



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 27 359 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
G 02 F 1/167
G 09 F 9/30

②① Aktenzeichen: 199 27 359.6
②② Anmeldetag: 16. 6. 1999
④③ Offenlegungstag: 21. 12. 2000

DE 199 27 359 A 1

⑦① **Anmelder:**
CREAVIS Gesellschaft für Technologie und
Innovation mbH, 45772 Marl, DE

⑦② **Erfinder:**
Schmidt, Friedrich Georg, Dipl.-Chem. Dr., 45721
Haltern, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ **Elektrophoretische Displays aus lichtstreuenden Trägermaterialien**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft elektrophoretische Displays, aufgebaut aus einer Beleuchtungseinheit, zwei Steuerelektroden und einer lichtstreuenden Mikrokompartimentfolie.
Die elektrophoretischen Displays können als Anzeigetafeln, Computerdisplays oder Flachbildschirme verwendet werden.

DE 199 27 359 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft elektrophoretische Displays aus lichtstreuenden Trägermaterialien auf der Basis elektrophoretisch mobiler Partikel in einer Suspensionsflüssigkeit.

Informationssysteme, wie z. B. Hinweisschilder, Werbetafeln, Preisschilder, Fahrplananzeigen, Computerdisplays oder allgemein Flachbildschirme dienen zur Darstellung von Texten, Symbolen oder Graphiken. Sie sollten auch bei Gegenlicht einen hohen Kontrast aufweisen, auch in spitzem Winkel lesbar sein und eine ausreichende eigene Leuchtkraft bzw. eine entsprechende externe Beleuchtung aufweisen. Die dargestellte Information kann fest; z. B. Werbeplakate oder elektronisch veränderbar, z. B. Computerdisplays sein.

Viele dieser Informationssysteme weisen keine eigene Leuchtkraft auf und sind extern, z. B. durch normales Tages- oder Raumlicht beleuchtet, wobei jedoch häufig eine Vordergrundbeleuchtung wegen der reflexfreien Ausleuchtung bevorzugt wird.

Eine wirtschaftlich besonders herausragende Anwendung für Informationssysteme sind Flachbildschirme, wie sie z. B. in tragbaren Computern, sogenannten Displays, eingesetzt werden. Flachbildschirme werden entweder mit selbstleuchtenden Anzeigen, die kein Beleuchtungssystem benötigen, oder mit nicht-selbstleuchtenden Anzeigen, die z. B. auf Basis von Flüssigkristallen oder elektrophoretischen Systemen arbeiten, hergestellt. Nicht-selbstleuchtende Displays sind vereinfacht aus mindestens zwei Schichten aufgebaut: Eine Beleuchtungseinheit und eine Schicht, auf der die elektronisch veränderbare Information dargestellt werden kann, hier Visualisierungsschicht genannt. Die Beleuchtungseinheit kann als Hintergrund- oder Vordergrundbeleuchtung zum Einsatz kommen. Die Art der Beleuchtungseinheit wird in Abhängigkeit von der Transparenz und/oder dem Reflexionsvermögen der Visualisierungsschicht gewählt.

Beschreibung der Beleuchtungseinheiten

Die Beleuchtungseinheit muß für eine gute Ausleuchtung des Sichtfeldes mit einem möglichst hohen Kontrast sorgen. Dies kann häufig nur durch leistungsfähige Beleuchtungseinheiten erreicht werden. Für die Bereitstellung der dafür aufzubringenden Energie werden jedoch entsprechende leistungsstarke Batterien benötigt, die zur Zeit noch mit einer deutlichen Erhöhung des Gesamtgewichtes verbunden sind.

Beleuchtungseinheiten von modernen Computerdisplays verbrauchen häufig über 90% der für den gesamten Bildschirm aufzuwendenden Energie. Bei den Hintergrundbeleuchtungssystemen für Flüssigkristall-Displays (LCD) wird z. B. durch die Polarisationschichten ein erheblicher Anteil des erzeugten Lichtes weggefiltert und steht so für die Beleuchtung nicht zur Verfügung.

In vielen Fällen werden für Hintergrundbeleuchtungssysteme von Flüssigkristall-Displays (LCD) flächige Lampen oder eine Vielzahl von Lampen, mit entsprechenden Lichtdiffusorscheiben oder -gittern eingesetzt; andere Systeme gehen von einer Beleuchtungseinheit mit seitlicher Einstrahlung des Lichtes in eine Lichtleitplatte und entsprechenden Reflexionseinheiten auf der Unterseite oder anregbaren Auskoppelpunkten auf der Oberseite der Lichtleitplatte aus. Diese Techniken können nur für Hintergrund-Beleuchtungssysteme und nicht für Vordergrund-Beleuchtungssysteme, die zwischen Visualisierungsschicht und Betrachter angeordnet sind, verwendet werden, da das ausgestrahlte Licht sowohl in Richtung des Betrachters als auch auf die Visualisierungsschicht abgestrahlt wird und es deshalb schwierig,

wenn überhaupt möglich ist, die Darstellungen auf der Visualisierungsschicht zu erkennen.

Andere Displaytechniken verwenden flache und dünne elektrolumineszierende Lampen oder kleine Fluoreszenzeinheiten mit einer Streuvorrichtung. Die elektrolumineszierenden Lampen verbrauchen zwar weniger Energie als die Fluoreszenz-Hintergrundbeleuchtungssysteme, sind jedoch lichtschwächer und strahlen meist nicht das gesamte Lichtspektrum, das zum Betrieb von Farbbildschirmen benötigt wird, ab. Zudem ist die Lebensdauer der elektrolumineszierenden Lampen nicht zufriedenstellend.

Beschreibung der Visualisierungsschicht

Eine neuartige Entwicklung zur Darstellung von elektronisch veränderbarer Information stellt die "elektronische Tinte" von Prof. J. Jacobson et al. dar. Diese Technik nutzt die Orientierung von ein- oder mehrfarbigen Pigmentpartikel in einem elektrischen Feld aus, um Bildinformation darzustellen. Details können z. B. in J. Jacobson et al., IBM System Journal 36, (1997), Seite 457-463 oder B. Comiskey et al., Nature, Vol. 394, July 1998, Seite 253-255 nachgelesen werden.

Zur Herstellung von entsprechenden bipolaren, ein- oder zweifarbigen Partikeln in verschiedenen Ausführungsformen und deren Anwendung in elektrophoretisch arbeitenden Displays kann z. B. auf WO 98/03 896 verwiesen werden. Hier wird beschrieben, wie diese Partikel in einer inerten Flüssigkeit suspendiert und in kleinen Blasen eines Trägermaterials eingekapselt werden. Diese Technik erlaubt die makroskopische Anzeige von zwei Farben durch Rotation eines zweifarbigen Partikels je nach angelegtem elektrischen Feld.

In WO 98/19 208 wird ein ähnliches elektrophoretisches Display beschrieben, wobei elektrophoretisch mobile Partikel in einer gegebenenfalls farbigen Flüssigkeit durch ein elektrisches Feld innerhalb einer Mikrokapsel bewegt werden können. Je nach Feldrichtung orientieren sich die Partikel zu einer Elektrode und stellen so makroskopisch eine ja/nein-Farbinformation (entweder ist die Farbe der Partikel oder die der Flüssigkeit sichtbar) dar.

WO 98/41 899 offenbart elektrophoretische Displays, die zwar auf den oben beschriebenen Prinzipien beruhen, jedoch entweder fluoreszierende oder reflektierende Partikel enthalten. Darüber hinaus ist auch die Verwendung einer Suspension mit flüssigkristallinem Verhalten beschrieben. Die Flüssigkristalle blockieren oder ermöglichen die elektrophoretische Migration der Partikel je nach angelegtem elektrischem Feld.

WO 98/41 898 beschreibt ebenfalls ein solches elektrophoretisches Displaysystem, das durch seine spezielle Anordnung durch einen Druckvorgang, insbesondere durch Tintenstrahl Drucktechnik, hergestellt werden kann. Vorteilhaft können sowohl die Elektroden als auch das elektrophoretische Display an sich in aufeinanderfolgenden Druckschritten hergestellt werden.

Es ist ein gemeinsames Merkmal dieser Techniken, das die Suspensionsflüssigkeit und die Partikel in Kapseln, Blasen oder sonstigen Kavitäten eines polymeren Materials eingebettet werden. Die Partikel können auch mit der Suspensionsflüssigkeit eingekapselt werden; diese Kapseln können dann entweder vorgefertigt in den Polymerisationsvorgang des Trägermaterials eingebracht werden oder in einer komplexen Emulsionspolymerisation gemeinsam mit dem Trägermaterial gebildet werden. In beiden Fällen liegen keine einheitliche Größe und Anordnung der Kapseln oder Kavitäten vor. Sowohl Größe als auch die zwei- bzw. dreidimensionale Verteilung der Mikrokapseln oder Kavitäten im Trä-

germaterial unterliegen einer schwer zu kontrollierenden Streubreite, die zum einen ein inhomogenes Ansteuerbild ergibt und zum anderen das Erreichen eines hohen Kontrasts schwierig machen kann.

Systeme dieser Art sind insbesondere für eine Hintergrundbeleuchtung nicht geeignet, da sie bauartbestimmt nahezu undurchscheinend sind. Erfolgt eine einfache Beleuchtung mit sichtbarem Licht in Aufsicht (Vordergrundbeleuchtung), so ist der Kontrast häufig unbefriedigend. Weiterhin ist durch die Verwendung von Auflichtsystemen d. h. mit einer externen Lichtquelle mit sichtbarem Licht die Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung bei unverändert gutem Kontrast nur schwer zu realisieren.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, elektrophoretisch arbeitende Bildschirmsysteme zu entwickeln, die eine Hintergrundbeleuchtung mit hoher eigener Leuchtkraft bei gleichzeitig flacher Bauweise aufweisen.

Es wurde gefunden, daß Bildschirme, die elektrophoretisch mobile Partikel in Kavitäten einer lichtstreuenden Mikrokompartimentfolie verwenden, eine besonders hohe Leuchtkraft aufweisen.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind daher elektrophoretische Displays, die aus einer Beleuchtungseinheit, zwei Steuerelektroden und einer Mikrokompartimentfolie mit Kavitäten, die elektrophoretisch mobile Partikel in einer Suspensionsflüssigkeit enthalten, aufgebaut sind, wobei die Mikrokompartimentfolie aus einem lichtstreuenden Material besteht.

Der Aufbau eines erfindungsgemäßen Displays ist in Fig. 1 skizziert. In Fig. 1 bezeichnen

- a) transparente Frontelektrode (Steuerelektrode)
- b) transparente Abschlußfolie
- c) lichtstreuende Mikrokompartimentfolie
- d) Kavitäten mit Suspensionsflüssigkeit
- e) elektrophoretisch mobile Partikel
- f) Lichtleiterplatte/-folie (Beleuchtungseinheit)
- g) Ansteuerelektrode (Steuerelektrode)

Die transparente Frontelektrode a) und die Abschlußfolie b) können identisch oder in umgekehrter Reihenfolge angeordnet sein. Sofern die Ansteuerelektrode g) optisch transparent ist, können g) und die Lichtleiterplatte f) auch vertauscht werden.

Prinzipiell arbeiten die erfindungsgemäßen Displays wie folgt:

Das Licht der Lichtleiterplatte f) fällt durch die Mikrokompartimentfolie c) in die Kavitäten. Sind die elektrophoretisch mobilen Partikel durch das zwischen a) und g) angelegte elektrische Feld an der Abschlußfolie b) lokalisiert (z. B. in Kavität h) so tritt kein Licht aus der Kavität aus. Sind die Partikel an der Lichtleiterplatte lokalisiert (z. B. Kavität d), so kann das Licht ungehindert aus der Kavität austreten.

Die hohe Leuchtkraft der erfindungsgemäßen Displays beruht auf dem lichtstreuenden Material der Mikrokompartimentfolie. Hierdurch werden Lichtverluste durch innere Totalreflexion vermieden.

Die lichtstreuenden Eigenschaften der Mikrokompartimentfolie können durch eingebettete Streupartikel, so beschrieben in EP 0 645 420 oder EP 0 590 471 erreicht werden. Ein besonders geeignetes Material zur Herstellung der Mikrokompartimentfolie ist FLEXIGLAS GS Clear 1001 oder 2458 der Fa. Röhm GmbH, Darmstadt.

Die Anordnung der Kavitäten in der Mikrokompartimentfolie sollte streng regelmäßig sein. Es bietet sich eine Anordnung in Spalten oder Reihen an. Diese Anordnung muß jedoch nicht notwendigerweise rechtwinklig oder gar quadratisch sein, auch z. B. schräge Anordnung der Zeilen und Spalten oder hexagonale Anordnungen der Kavitäten sind

möglich. Fig. 2 zeigt eine beispielhafte Auswahl.

Die Kavitäten können z. B. durch Nadeln, Prägen, 3D-Drucken, Erodieren, Ätzen, Abformen mit Gießmassen, Spritzguß, fotografische oder photolithographische Verfahren oder Interferenzmethoden in ein Trägermaterial bzw. in die Mikrokompartimentfolie gebracht werden. Wie solche mikrostrukturierten Oberflächen hergestellt werden können, ist z. B. in DE 29 29 313, WO 97/06 468, US 4 512 848, DE 41 35 676, WO 97/13633 oder EP 0 580 052 beschrieben. Eine weitere Methode zur Herstellung kleiner Strukturen beschreiben Younan Xia und George M. Whitesides in Angew. Chem. 1998, 110, 568-594. Diese "Softlithographie" genannten Methoden ermöglichen die Herstellung von sehr kleinen Strukturen im Bereich unterhalb von 1 µm bis ca. 35 nm. Eine weitere Methode ist das Mikrofräsen eines Masters, mit dem Platten oder Folien mit der gewünschten Mikrostruktur hergestellt werden können. Der Master stellt eine Negativform dar. Diese kann dann in einem Präge-, Guß- oder Spritzgußverfahren abgeformt werden.

Alternativ kann auch eine unstrukturierte Folie mit Kavitäten der gewünschten Dimensionen und Formen versehen werden. Hier bieten sich ebenfalls erodierende oder spahnende Methoden wie Laserstrahlung oder Bohren/Fräsen z. B. mit einer CNC-Maschine an.

Das Trägermaterial der Kavitäten sollte optisch transparent sein und kann farblos oder gefärbt sein. Die Steuerelektroden sind jeweils über- und unterhalb der Kavitäten an der Mikrokompartimentfolie angebracht, wobei die oberhalb der Kavitäten angeordnete d. h. zwischen dem Betrachter und der Kavität liegende Elektrode (a in Fig. 1) ebenso transparent wie das Trägermaterial sein sollte. Die unterhalb der Kavitäten angebrachte Steuerelektrode (g in Fig. 1) kann auch, um die Spannungen der Elektroden gering zu halten, zwischen der Beleuchtungseinheit (f in Fig. 1) und den Kavitäten angebracht werden und sollte dann optisch transparent sein.

Als Trägermaterial eignen sich für die Mikrokompartimentfolie alle mechanisch oder lithographisch bearbeitbaren Polymere wie beispielsweise Thermoplaste, Polycarbonate, Polyurethane, Polysiloxane, Polyolefine wie z. B. Polyethylen, Polypropylen, COC (Cyclo-Olefinische Copolymer), Polystyrol, ABS-Polymerisate, PMMA, PVC, Polyester, Polyamide, thermoplastische Elastomere oder vernetzende Werkstoffe, wie UV-härtende Acrylatlacke, aber auch Polytetrafluorethylen, Polyvinylidenfluorid oder Polymere aus Perfluoralkoxyverbindungen, sei es als Homo- oder Copolymer oder als Mischungsbestandteil eines Polymerblends. Durch Verwendung eines flexiblen Materials für die Mikrokompartimentfolie ist es möglich, die erfindungsgemäßen Displays flexibel auszuführen.

Die Kavitäten der Mikrokompartimentfolie können, abgesehen vom Tiefenverlauf in der Aufsicht, jede beliebige Form aufweisen. Fig. 2 zeigt eine Auswahl. Zweckmäßig besitzen die Kavitäten an der dem Auge des Betrachters zugewendeten Seite (Aufsichtfläche) eine runde, ovale, dreieckige, rechteckige, quadratische, sechseckige oder achteckige Fläche.

Die Aufsichtfläche der Kavitäten sollte größer als 10 000 µm², bevorzugt größer als 40 000 µm², besonders bevorzugt größer als 62 500 µm² und ganz besonders bevorzugt größer als 250 000 µm² sein.

Die Tiefe der Kavitäten kann, unabhängig von der sichtbaren Fläche, zwischen 20 und 250 µm, bevorzugt zwischen 30 und 200 µm, ganz besonders bevorzugt 50 bis 100 µm betragen.

Der Tiefenverlauf der Kavitäten kann gleichmäßig, d. h. die Breite der Kavitäten kann an jeder Stelle gleich groß sein.

In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besitzen die Kavitäten einen konischen oder kegelartigen Tiefenverlauf, wobei das Verhältnis der Aufsichtfläche der Kavitäten zur Grundfläche größer als 1,5 ist.

Der konische oder kegelartige Tiefenverlauf der Kavitäten ist in Fig. 3 skizziert. Es ist ein besonderes Merkmal dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, das die dem Auge des Betrachters zugewendete Seite der Kavitäten ("Aufsichtfläche", a in Fig. 3) größer ist, als die abgewendete ("Grundfläche", b in Fig. 3). Das Verhältnis von Aufsichtfläche zu Grundfläche der Kavitäten sollte größer als 1,5, bevorzugt größer 25, besonders bevorzugt größer 100, ganz besonders bevorzugt größer 250 sein. Fig. 3, c zeigt eine beispielhafte Auswahl von Tiefenverläufen.

Die Stegbreiten zwischen den einzelnen Kavitäten an der Oberseite der Mikrokompartimentfolie sollten so gering wie möglich gehalten werden; bevorzugt sind Stege mit einer Breite von 2–50 µm, besonders bevorzugt 5–25 µm. Die Stegobersseiten können lichtundurchlässig beschichtet werden. Dies verhindert den unerwünschten Lichtaustritt aus den Stegen, wenn der Lichtaustritt über die Kavitäten durch die Partikel blockiert ist.

Zur Vermeidung von Lichtverlusten können die Stegobersseiten und/oder die Leiterplatte verspiegelt oder mit einem reflektierenden Material beschichtet werden. So kann z. B. eine Aluminium-Kaschierung, Metallbedampfung oder eine TiO₂-Beschichtung vorgenommen werden.

Nachdem die Mikrokompartimentfolie mit den gewünschten Kavitäten ausgerüstet worden ist, werden die Kavitäten mit den elektrophoretisch mobilen Partikeln und der Suspensionsflüssigkeit gefüllt. Dies kann z. B. mittels durch Einschlüssen und Abkaskeln der überschüssigen Suspension, durch direktes Einraskeln/Einstreichen der Suspension, mittels Tintenstrahltechnik in einem Druckvorgang oder durch Selbstfüllung mittels Kapillarkräfte erfolgen. Durch diese Maßnahmen werden die Partikelsuspensionen direkt in Kavitäten eingebracht. Die Kavitäten müssen anschließend verkapselt oder versiegelt werden. Bei der Füllung mittels Kapillarkräfte sind die Kapseln notwendigerweise vor dem Füllvorgang verschlossen. Zweckmäßig erfolgt dies mit einer Deckfolie, die dicht mit der Mikrokompartimentfolie bzw. mit den Stegen der Kavitäten verbunden wird. Zur Versiegelung der Kavitäten können diverse Möglichkeiten zum Einsatz kommen, wie z. B.:

- Verkleben oder thermisches Verschmelzen (Mikrowellenerwärmung, Kontakt- oder Reibschweißen, Schmelzkleber, Heißblaminierung),
- Reaktivharze, insbesondere UV-härtend (z. B. Acrylat-Dispersionen) oder 2-Komponenten-Systeme (z. B. Polyurethan-Lacksysteme), die sich nicht mit der Pigmentsuspension mischen,
- Grenzflächenpolymerisation, Grenzflächenpolykondensation und andere Verfahren, die z. B. auch im Bereich der Mikroverkapselungstechnologien angewandt werden, wie z. B. in "Microencapsulation: methods and industrial applications/Ed. S. Benita/Marcel Dekker, Inc. NY/1996" für die Verkapselung sphärischer Partikel beschrieben.

Es können auch bereits verkapselte Suspensionen von elektrophoretisch mobilen Partikeln d. h. vorbereitete Kapseln eingesetzt werden. Diese vorbereiteten Kapseln können, wie in Fig. 4 gezeigt, in die Kavitäten der Mikrokompartimentfolie eingepreßt oder eingedrückt werden. Die so gefüllten Kavitäten müssen anschließend wieder, wie bereits beschrieben, mit einer Deckfolie versiegelt werden. Diese Technik vermindert bei angepaßtem Verhältnis zwischen

Kapselgröße und Mikrokompartiment-Größe die Anforderungen an die Stabilität des Kapselwandmaterials für den praktischen Gebrauch deutlich, da die Kapseln durch die Stege der Mikrokompartimentfolie umschlossen werden.

Weiterhin erzwingt die Einordnung der Kapseln in die vorbereiteten Kavitäten eine regelmäßige Anordnung der Kapseln.

Wichtig bei beiden Varianten ist, daß bei der Versiegelung möglichst keine Luft- oder sonstigen Gaseinschlüsse erfolgen, keine Reaktionen zwischen dem Suspensionsmedium oder den Mikropartikeln der Suspension und der Kapselschicht auftreten und daß keine Leckagen zur Umgebung bzw. Verbindungen zwischen den einzelnen Kavitäten existieren.

Die Kavitäten bzw. die vorbereiteten Kapseln können mit einer Suspension oder mit mehreren Suspensionen, z. B. Suspensionen mit unterschiedlicher Farbgebung bei Umpolung des angelegten elektrischen Feldes, gefüllt werden.

Weiterhin ist es möglich, auf eine Farbgebung durch die Suspension zu verzichten, d. h. die Kavitäten neben den Partikeln mit einer optisch transparenten und farblosen Suspensionsflüssigkeit zu füllen. Als optisch transparente Flüssigkeit eignen sich z. B. unpolare organische Flüssigkeiten wie Paraffin- oder Isoparaffin-Öle, niedermolekulare oder niedrigviskose Silikon-Öle.

Die Suspensionsflüssigkeiten können weiterhin optisch transparent und gefärbt sein. Zur Herstellung von mehrfarbigen Displays können drei benachbarte Kavitäten unterschiedlich (z. B. rot, blau, gelb) gefärbte Suspensionsflüssigkeiten enthalten.

Gefärbte Suspensionen müssen eine lichtechte Farbe aufweisen und dürfen keine Reaktionen mit dem Material der Mikrokompartimentfolie oder der Deckschicht eingehen. Sie können weiterhin fluoreszierende oder phosphoreszierende Substanzen enthalten. Die Verwendung von fluoreszierenden oder phosphoreszierenden Substanzen ermöglicht eine höhere Lichtausbeute, und/oder den Einsatz von Lichtquellen mit einem UV-Strahlenanteil. Geeignet sind z. B. Cumarin 314T (Fa. Acros Organics) oder Pyromethene 580.

Die Herstellung der zwischen 0,1 und 20 µm, bevorzugt zwischen 0,3 und 10 µm, besonders bevorzugt zwischen 0,4 und 5 µm im Durchmesser betragenden elektrophoretisch mobilen Partikel kann in Anlehnung an WO 98/41898, WO 98/41 899 oder WO 98/0396 erfolgen. Dies beinhaltet die Umhüllung der Pigmente mit organischen und/oder polymeren Materialien und/oder die Verwendung der reinen Pigmente, die z. B. durch Behandlung von ladungskontrollierenden Additiven (siehe insbesondere WO 98/41 899) mit elektrischen Ladungen versehen worden sind.

Die Partikel müssen in der Suspensionsflüssigkeit frei beweglich sein, so daß sich die Partikel aufgrund ihrer Ladung je nach angelegtem elektrischen Feld zu einer der Elektroden bewegen können. Der "Aus"/"Ein"-Zustand einer Kavität bzw. die makroskopisch wahrnehmbare Farbe der Kavitäten ist daher durch die räumliche Anordnung der Partikel bestimmt und kann durch das elektrische Feld gesteuert werden.

Sind die Partikel durch das elektrische Feld an der dem Betrachter abgewendeten Seite der Kavitäten (Grundseite, "b" in Fig. 3) lokalisiert, so sind die Partikel für den Betrachter nicht oder nur wenig sichtbar, und das Licht der Beleuchtungseinheit kann nahezu ungehindert durch die Suspensionsflüssigkeit durchtreten (z. B. Fig. 1, Kavität d). Sind die Partikel dagegen an der dem Betrachter zugewandten Seite der Kavitäten lokalisiert (Aufsichtseite, "a" in Fig. 3), schirmen diese das Licht der Beleuchtungseinheit ab (z. B. Fig. 1, Kavität h). Es resultiert eine dunkle Fläche, wobei das Licht nur noch durch die Stege des Trägermateri-

als austreten kann. Die Stege der Mikrokompartimentfolie sollten daher so dünn wie möglich ausgeführt werden und/oder eine lichtundurchlässige bzw. verspiegelte Beschichtung aufweisen.

Zur Ansteuerung der Kavitäten bzw. der Partikel sind zwei Elektroden (b und g in Fig. 1), von denen zumindest die Elektrode der Grundfläche (g in Fig. 1) dem Licht der Beleuchtungsschicht gegenüber weitgehend transparent sein sollte.

Die Ansteuerung der Elektroden, d. h. im Extremfall die Adressierung von einzelnen Kavitäten kann z. B. durch eine Reihen-/Spaltenanordnung von Schaltereinheiten gemäß WO 97/04 398 erfolgen. Sind die Kavitäten für eine Einzelansteuerung zu klein, so werden mehrere Kavitäten pro Schaltereinheit geschaltet.

Die Beleuchtungseinheit (f in Fig. 1) sollte eine gleichmäßige Ausleuchtung des Displays ermöglichen, aber dennoch flach sein. Hier bietet sich der Einsatz von seitlich angebrachten Lichtquellen an, deren Licht durch eine Lichtleiterplatte über das gesamte Sichtfeld verteilt wird. Stark lichtstreuende Kunststoffplatten werden z. B. in EP 0 645 420 offenbart. Diese Platten sind in einer Weise aufgebaut, daß die innere Totalreflexion des eingestrahnten Lichts vermieden und statt dessen eine Beugung des Lichts aus der Platte bzw. aus der Mikrokompartimentfolie heraus ermöglicht wird. Weitere Ausführungsbeispiele zu Lichtleiterplatten finden sich in EP-0 645 420 und EP-0 590 471. Diese Beleuchtungssysteme werden z. B. für hintergrundbeleuchtete Hinweisschilder eingesetzt. In einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Material der Lichtleiterplatte und der Mikrokompartimentfolie identisch.

Geeignete Lichtleiterplatten oder Streuplatten enthalten farblose, aber unterschiedlich lichtbrechende Partikel in einem farblosem Matrixmaterial. Dadurch wird die Ausbreitungsrichtung der in die Platte eintretenden Lichtstrahlen stetig geringfügig geändert und es erfolgt ein über die Plattenoberfläche gleichmäßig verteilter Lichtaustritt unter sehr kleinem Winkel. Zweckmäßigerweise werden solche Lichtleiterplatten von einer Kante beleuchtet, so daß durch die Lichtbrechung eine gleichmäßige Lichtabstrahlung über die Plattenoberflächen erhalten wird.

Um eine gleichmäßige Leuchtdichte zu erreichen, kann an mehreren Kanten der Beleuchtungseinheit Licht eingestrahlt werden.

Die erfindungsgemäßen Displays können für alle Anzeigefunktionen verwendet werden, bei denen es auf einen flachen Bildschirm und/oder eine hohe Leuchtkraft ankommt. Beispiele für solche Verwendungen sind z. B. Anzeigetafeln, Handydisplays, Computerdisplays, Flachbildschirme, Schilder oder Signaltafeln.

Patentansprüche

1. Elektrophoretisches Display, aufgebaut aus einer Beleuchtungseinheit, zwei Steuerelektroden und einer Mikrokompartimentfolie mit Kavitäten, die elektrophoretisch mobile Partikel in einer Suspensionsflüssigkeit enthalten, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrokompartimentfolie aus einem lichtstreuenden Material besteht.
2. Elektrophoretisches Display gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Suspensionsflüssigkeit optisch transparent und farblos ist.
3. Elektrophoretisches Display gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Suspensionsflüssigkeit optisch transparent und gefärbt ist.
4. Elektrophoretisches Display gemäß Anspruch 3, da-

durch gekennzeichnet, daß je drei benachbarte Kavitäten unterschiedlich gefärbte Suspensionsflüssigkeiten enthalten.

5. Elektrophoretisches Display nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kavitäten einen konischen oder kegelartigen Tiefenverlauf zeigen, wobei das Verhältnis der Aufsichtfläche der Kavitäten zu deren Grundfläche größer 1,5 ist.

6. Elektrophoretisches Display gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufsichtfläche der Kavitäten größer als $10\,000\ \mu\text{m}^2$ ist.

7. Elektrophoretisches Display gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufsichtfläche der Kavitäten größer als $250\,000\ \mu\text{m}^2$ ist.

8. Elektrophoretisches Display gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kavitäten eine Tiefe von 20 bis $250\ \mu\text{m}$ aufweisen.

9. Elektrophoretisches Display gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kavitäten eine Tiefe von 30 bis $200\ \mu\text{m}$ aufweisen.

10. Elektrophoretisches Display gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kavitäten in der Mikrokompartimentfolie an der Oberseite durch Stege mit einer Breite von 2 bis $50\ \mu\text{m}$ von einander getrennt sind.

11. Elektrophoretisches Display gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kavitäten in der Mikrokompartimentfolie an der Oberseite durch Stege mit einer Breite von 2 bis $25\ \mu\text{m}$ von einander getrennt sind.

12. Elektrophoretisches Display gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Stegoberteile der Mikrokompartimentfolie lichtundurchlässig beschichtet sind.

13. Verfahren zu Herstellung elektrophoretisches Display gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kavitäten in der Mikrokompartimentfolie durch erodierende oder spahnende Verfahren erzeugt werden.

14. Verfahren zu Herstellung elektrophoretisches Display gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Kavitäten in der Mikrokompartimentfolie durch erodierende Laserstrahlung erzeugt werden.

15. Verwendung der elektrophoretischen Displays gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 für Computerdisplays, Flachbildschirme, Schilder, Signaltafeln oder Anzeigetafeln.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

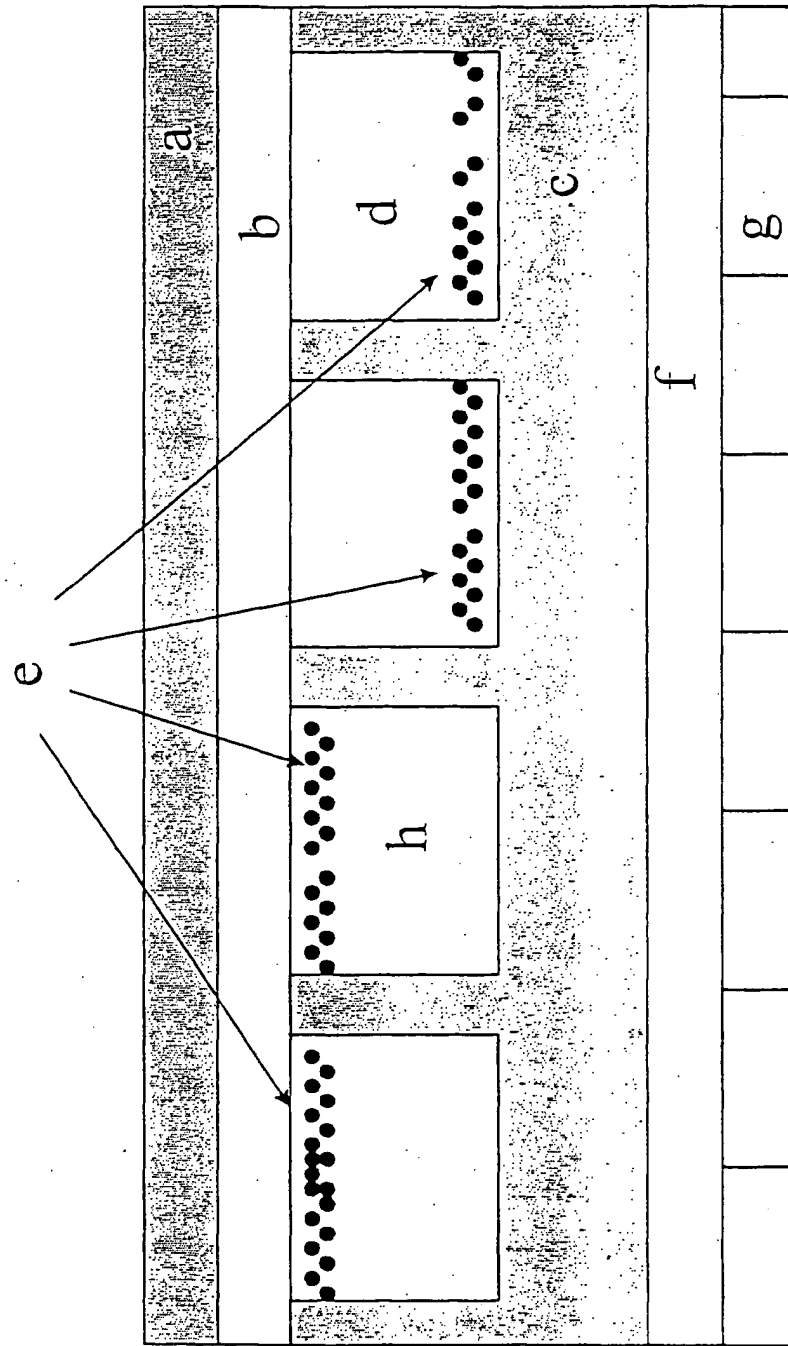


Fig. 2

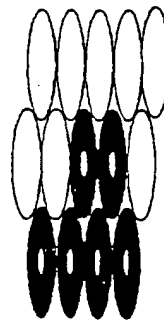
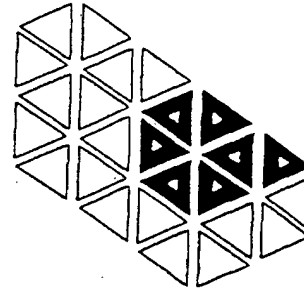
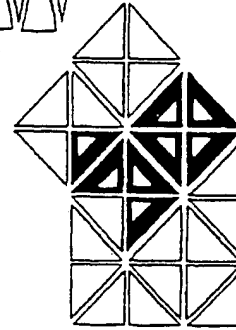
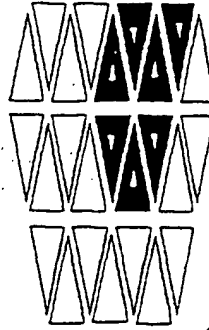
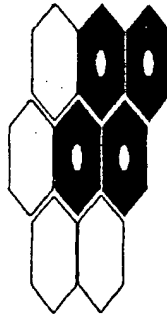
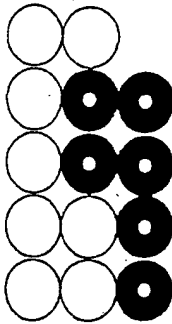
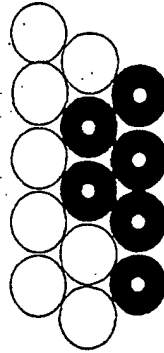
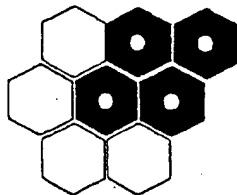
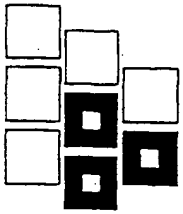
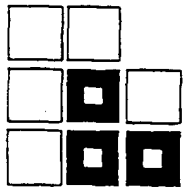
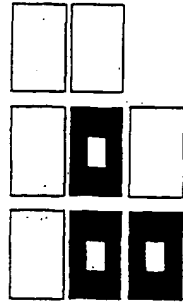


Fig. 3

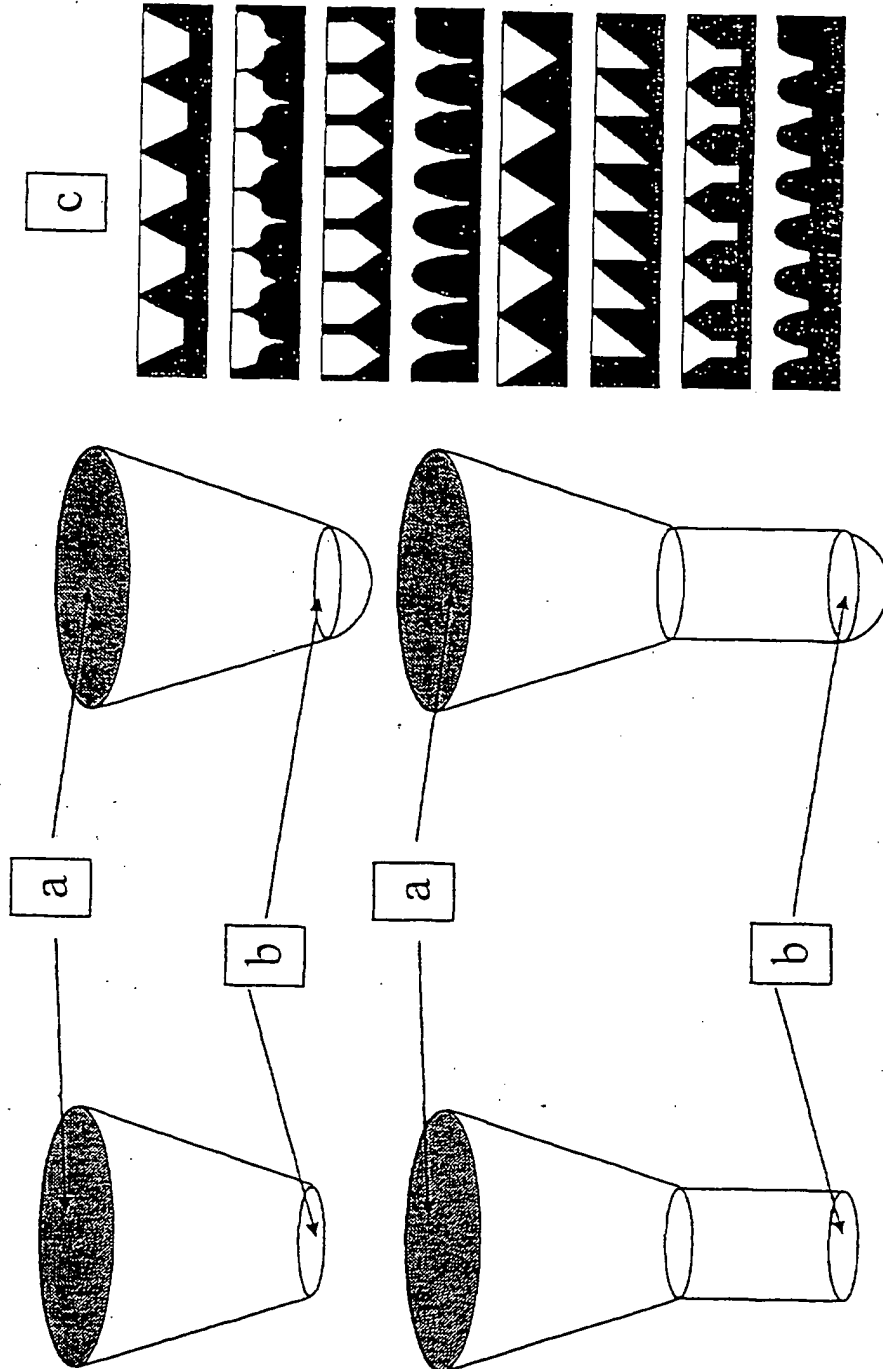


Fig. 4

